

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-173061

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/005

G11B 5/09

G11B 7/125

G11B 7/14

G11B 20/10

(21)Application number : 11-272135

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.09.1999

(72)Inventor : ISHIBASHI HIROMICHI
KASASUMI KENICHI

(30)Priority

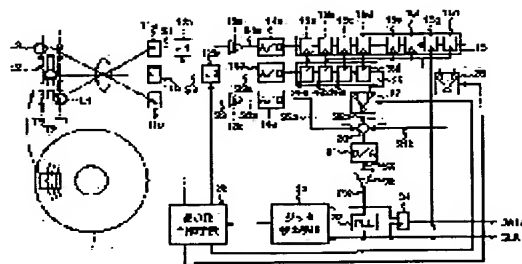
Priority number : 10273379 Priority date : 28.09.1998 Priority country : JP

(54) OPTICAL DISK SIGNAL-REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and optimally set an optimum amount of delay by equipping a rough delay means for roughly adjusting the delay of a specific reproduction signal and an accurate delay means for finely adjusting the delay of the specific reproduction signal with accuracy that is equal to or less than the minimum delay resolution of the rough delay means.

SOLUTION: A variable delay element 12b that is an accurate delay means in a digital control system for rough adjustment delays a signal S2 that is generated by a laser beam L2 by t_2 as a signal S2a. An A/D converter 14b converts a signal S2a to a digital signal and transmits it to registers 25a-25d in a shift register 25 that is a rough delay means in an analog control system for fine successive adjustment in synchronization with a clock CLK. The registers 25a-25d output a digital delay signal that is obtained by delaying the signal S2a by a delay nT at a clock cycle of T . By selecting an optimum signal from the digital delay signals by a tap switching means 27, a required amount of delay t_2+nT can be accurately obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A record signal is read by irradiating two or more beams on two or more trucks which were formed in the optical disk medium and which adjoin mutually. In the optical disk signal regeneration equipment which generates two or more regenerative signals corresponding to each truck, cancels the cross talk contained in the above-mentioned reading signal by these two or more regenerative signals, and generates an information regenerative signal a coarse-delay means to carry out coarse-control delay of the predetermined regenerative signal, and the above-mentioned predetermined regenerative signal -- the minimal delay of said coarse-delay means -- the optical disk signal regeneration equipment characterized by having the energy delay means which carries out fine-tuning delay in a precision more detailed than resolving power.

[Claim 2] Optical disk signal regeneration equipment according to claim 1 characterized by having a means to control the amount of delay of said energy delay means and a coarse-delay means so that the jitter of said information regenerative signal is detected and this jitter becomes min.

[Claim 3] Said coarse-delay means is optical disk signal regeneration equipment according to claim 1 characterized by what was constituted by the sample hold elements which operate according to a synchronous clock, and by which series connection was carried out.

[Claim 4] Optical disk signal regeneration equipment according to claim 3 characterized by having a means to set up gradually the amount of delay of said coarse-delay means by choosing the output of the sample hold component of the arbitration of the above-mentioned sample hold elements.

[Claim 5] Said coarse-delay means is optical disk signal regeneration equipment according to claim 3 characterized by being constituted with the shift register constituted by the above-mentioned sample hold elements.

[Claim 6] Said energy delay means is optical disk signal regeneration equipment according to claim 1 characterized by being constituted with the filter made to generate the group delay of arbitration.

[Claim 7] Said energy delay means is optical disk signal regeneration equipment according to claim 3 characterized by being constituted by means to perform interpolation processing using the multipliers a and b of or more 0 less than one arbitration however $0 \leq a < 1$, and $0 \leq b < 1$ by the discrete signal train in which sample hold was carried out by said sample hold elements.

[Claim 8] It is optical disk signal regeneration equipment according to claim 3 which the amount of delay can carry out adjustable [of said energy delay means] continuously, and said coarse-delay means can set up the amount of delay by integral multiple unit of said clock period, and is characterized by the amount of the maximum delay of the above-mentioned energy delay means being less than the amount of delay of the above-mentioned clock period.

[Claim 9] A record signal is read by irradiating two or more beams on two or more trucks which were formed in the optical disk medium and which adjoin mutually. In the optical disk signal regeneration equipment which generates two or more regenerative signals corresponding to each truck, cancels the cross talk which reads from these two or more regenerative signals, and is

contained in a signal, and generates an information regenerative signal Optical disk signal regeneration equipment characterized by having a delay means to delay a predetermined regenerative signal, a means to detect the jitter of said information regenerative signal, and a means to control the amount of delay of said delay means so that this jitter becomes min. [Claim 10] a coarse-delay means to carry out coarse-control delay of the regenerative signal predetermined [above-mentioned] in the above-mentioned delay means, and the above-mentioned predetermined regenerative signal -- the minimal delay of said coarse-delay means -- resolution -- the optical disk signal regeneration equipment according to claim 9 characterized by having the energy delay means which carries out fine-tuning delay in the following precision.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention irradiates two or more laser beams at the optical disk medium by which high density record was carried out, and it relates to the optical disk signal regeneration equipment which reproduces information, removing an adjoining track cross talk from each light-receiving signal.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in connection with the densification of an optical disk medium, the technique also with more advanced optical disk signal regeneration equipment is demanded.

[0003] An example of the above-mentioned conventional optical disk signal regeneration equipment is explained referring to a drawing below. Drawing 7 shows the block diagram of conventional optical disk signal regeneration equipment. In drawing 7, laser beams L1, L2, and L3 are irradiated by the trucks T1 and T2 and T3 which were formed in the optical disk medium 100, respectively, it is projected on the reflected light by photo detectors 111, 121, and 131, respectively, and it is outputted to them as electrical signals S1, S2, and S3, respectively. In case a laser beam L2 (main beam) scans a truck T2, laser beams L1 and L3 (subbeam) are for canceling the cross talk component which leaks from the adjoining truck T1 and T3, noting that the truck which is actually going to acquire the information regenerative signal is T2. That is, in case the information regenerative signal SX is acquired, it is SX by coefficient multipliers 113 and 133 and the addition-and-subtraction amplifier 130. $= S2 - kx (S1 + S3)$

It ***** and a cross talk component is canceled electrically.

[0004] However, from the following reasons, since three laser beams irradiated by the optical disk medium must keep their distance from a truck tangential direction to some extent, they cannot cancel a cross talk only by the above simple addition and subtraction. That is, ideally, although laser beams L1, L2, and L3 adjoin in the direction of a truck perpendicular (radial) and it should irradiate, because a track pitch is narrow when it does in this way, each laser beam comes to overlap mutually. The beam on which it is inevitably projected by the photo detector will also be overlapped mutually, and it becomes impossible to receive each beam by photo detectors 111, 112, and 113 independently. Therefore, it is necessary to keep one's distance and to arrange each beam to some extent, to a tangential direction. However, in the output signal of photo detectors 111, 121, and 131, the time difference according to the clearance of the above-mentioned tangential direction occurs at this time. Then, the 1st and 2nd variable delay elements 112 and 122 have amended the time difference produced here.

[0005] However, with the rotation linear velocity of an optical disk medium, since the above-mentioned time difference is changed, it must always set the amount of delay which carries out the above-mentioned variable delay elements 112 and 122, and is generated as the optimal condition, noting that it is difficult to manage strictly a mutual distance of laser beams L1, L2, and L3 and can do even if. A multiplier 141 detects correlation with the output signal of a photo detector 131, and the output signal of the 2nd variable delay element 122, a multiplier 142 detects correlation with the output signal of the 2nd variable delay element 122, and the output

signal of the 1st variable delay element 112, respectively, and the maximization control means 136 is performing each delay adjustment of the above-mentioned delay elements 112 and 122 so that these may become its ***** max (for example, JP,7-176052,A).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above configurations, difficulty [realizing the delay elements 112 and 122 which fulfill both the amount of delay, and delay precision], with multipliers 141 and 142, since the detection sensitivity of a correlation signal is low, the technical problem that an optimum value is not doubled and loaded with the amount of delay occurs.

[0007] These technical problems are explained below. First, in consideration of the configuration of photo detectors 111, 121, and 131, and arrangement, about 10 micrometers of distance of the distance of the laser beam L1 on an optical disk medium and the truck tangential direction between L2 or a laser beam L2, and the truck tangential direction between L3 are required. On the other hand, the record linear density of the information currently recorded on the optical disk medium is about 0.1 micrometers per one-channel bit, when DVD (digital video disc) by which PWM record was carried out for example, using the 8-16 conversion code is taken for an example. Therefore, even if it calls it 10-micrometer spacing, it will be equivalent to the difference for 100 bits.

[0008] Although the configuration which carries out series connection of two or more analog delay elements to the shape of a ladder first as a concrete means to make it delayed can be considered, the analog delay element itself has group delay frequency characteristics, the amount of delay from which a group delay does not become a problem in our trial calculation is at most about 10 bits, and it is almost impossible to realize 100-bit delay.

[0009] As an approach of obtaining the amount of delay, if a switched capacitor filter and the filter of a sample hold mold like a digital filter can be considered and these are used, it is possible to maintain a group delay irrespective of the amount of delay. However, since delay precision is determined by the sampling clock, if it is going to raise precision, a sampling clock frequency must be raised with the filter of a sample hold mold, and a sample hold element number and a working speed must be raised with it according to it. When a channel clock is used for a sampling clock, since one clock is equivalent to 1-bit delay, if it is going to delay it 100 bits, 100 sample hold components are needed and, moreover, in DVD standard speed playback, each sample hold component must operate by 27MHz.

[0010] However, when a channel clock is used, the amount of delay cannot carry out deer adjustable in a 1-bit unit, but a problem produces it in respect of delay precision. If it is going to perform cross talk cancellation ideally according to our experiment, a double lump of delay of 1/4-bit precision is required at least. If sample hold tends to realize this, a sampling frequency will be 4 times (108MHz) the channel clock, and, moreover, a required sample hold component is also needed 4 times (400 elements).

[0011] This invention aims at offering the optical disk signal-regeneration equipment which can set up the optimal amount of delay with a sufficient precision by using together the coarse-delay means of the digital control method which consisted of shift registers etc. in required delay adjustment, and the energy delay means of the analog-control method which consisted of group-delay filters etc., realizing in view of the above-mentioned trouble, and performing inquiry of the amount of optimal delay using a jitter appearance means further.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the optical disk regenerative apparatus of this invention A record signal is read by irradiating two or more beams on two or more trucks which were formed in the optical disk medium and which adjoin mutually. In the optical disk signal regeneration equipment which generates two or more regenerative signals corresponding to each truck, cancels the cross talk contained in the above-mentioned reading signal by these two or more regenerative signals, and generates an information regenerative signal a coarse-delay means to carry out coarse-control delay of the predetermined regenerative signal, and the above-mentioned predetermined regenerative signal -- the minimal delay of said coarse-delay means -- resolution -- it is characterized by having the

energy delay means which carries out fine-tuning delay in the following precision.

[0013] The above-mentioned optical disk regenerative apparatus detects the jitter of said information regenerative signal, and is characterized by having a means to control the amount of delay of said energy delay means and a coarse-delay means so that this jitter becomes min.

[0014] Said coarse-delay means is characterized by what was constituted by the sample hold elements which operate according to a synchronous clock, and by which series connection was carried out. The above-mentioned optical disk regenerative apparatus is characterized by having a means to set up gradually the amount of delay of said coarse-delay means by choosing the output of the sample hold component of the arbitration of the above-mentioned sample hold elements.

[0015] It is characterized by constituting said coarse-delay means with the shift register constituted by the above-mentioned sample hold elements, and is characterized by constituting said energy delay means with the filter made to generate the group delay of arbitration.

[0016] The amount of delay can carry out adjustable [of said energy delay means] continuously, said coarse-delay means can set up the amount of delay by integral multiple unit of said clock period, and it is characterized by the amount of the maximum delay of the above-mentioned energy delay means being less than the amount of delay of the above-mentioned clock period.

[0017] Moreover, the optical disk regenerative apparatus of this invention reads a record signal by irradiating two or more beams on two or more trucks which were formed in the optical disk medium and which adjoin mutually. In the optical disk signal regeneration equipment which generates two or more regenerative signals corresponding to each truck, cancels the cross talk which reads from these two or more regenerative signals, and is contained in a signal, and generates an information regenerative signal A delay means to delay a predetermined regenerative signal, It is characterized by having a means to detect the jitter of said information regenerative signal, and a means to control the amount of delay of said delay means so that this jitter becomes min.

[0018] The time difference according to the distance of the truck tangential direction of a main beam and a subbeam can be amended with a sufficient precision by having established a coarse-delay means to perform a delay means by clock synchronization, and an energy delay means to generate delay of less than one clock continuously, by the above-mentioned configuration. By furthermore performing inquiry of the amount of optimal delay using a jitter, it becomes possible to set up the optimal amount of delay with a sufficient precision.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The optical disk regenerative apparatus of the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained below, referring to a drawing. By using together a coarse-delay means and an energy delay means, by reconciling the amount of delay, and delay precision, and investigating the amount of optimal delay so that a jitter may serve as min further, it is highly precise and considers as the configuration which can set up the amount of optimal delay with the 1st operation gestalt. here — an energy delay means — a predetermined regenerative signal — the minimal delay of a coarse-delay means — it shall be constituted so that fine-tuning delay may be carried out in a precision more detailed than resolution

[0020] Drawing 1 shows the block diagram of the optical disk regenerative apparatus in the gestalt of operation of the 1st of this invention. In drawing 1 R> 1, 11a, 11b, and 11c are the 1st, 2nd, and 3rd photo detector, respectively, change into an electrical signal the reflected light of the laser beams L1, L2, and L3 irradiated by three trucks T1 and T2 which were formed in the optical disk medium 1, and which adjoin mutually, and T3, and output it as regenerative signals S1, S2, and S3, respectively. Here, it irradiates on the truck which a laser beam L2 is the so-called main beam, and is going to carry out information playback, and laser beams L1 and L3 shall be subbeams, and shall be used for cross talk removal of a main beam. Although especially the concrete generation method of laser beams L1, L2, and L3 is not illustrated, you may generate from three sources of laser-beam luminescence, and one laser beam may be made to diffract in the three directions using a diffraction grating, and may be obtained, for example.

[0021] 12a and 12b are the 1st and 2nd delay elements for fine tuning, moreover make arbitration generate continuously the delay below an one-channel clock period (1 bit),

respectively, and constitute the energy delay means of the analog-control method for fine tuning of this example. 13a and 13c are the 1st and 2nd coefficient multipliers which have a gain-adjustment function, and multiply by the weighting multiplier k for acquiring the optimal cross talk cancellation effectiveness.

[0022] 14a, 14b, and 14c are the 1st, 2nd, and 3rd A-D converter, respectively, and change regenerative-signal S1a, S2a, and S3a into a digital signal. 15 is the 1st shift register and consists of registers 15a-15h which operate synchronizing with Clock CLK. Similarly, 25 is the 2nd shift register and consists of registers 25a-25d. Since the output of A-D converter 14a or 14b is naturally a juxtaposition (for example, 8 bits) output here, each register must be a parallel form, respectively, but since it is brief, it is illustrating with the configuration of a single bit. 26 and 27 are the 1st and 2nd tap change means, choose the register output of the arbitration of the 1st and 2nd shift registers 15 and 25 of Si, respectively, and adjust the amount of delay by bitwise. A-D converters 14a, 14b, and 14c, shift registers 15 and 25, and the tap change means 26 and 27 constitute the coarse-delay means of the digital control method for coarse controls in the gestalt of this operation above. Thus, a coarse-delay means is constituted by the sample hold elements which operate according to a synchronous clock (CLK) and by which series connection was carried out.

[0023] 30 is an addition-and-subtraction means for it to be constituted by the operational amplifier etc. and to perform cross talk addition and subtraction, and 31 is a DA converter, it carries out the DA translation of the output signal of the above-mentioned addition-and-subtraction means 30, and generates the information regenerative signal SX. 32 is a comparator, carries out binarization of the information regenerative signal SX, and generates information playback pulse signal PX. 33 is a PLL (phase lock loop) circuit, carries out the generation extract of the clock CLK by the input of playback pulse signal PX, and is sent to the latter part (for example, digital video decoder) by the latch circuit 34 with Clock CLK as a playback information signal (DATA). 35 is a jitter detector, measures the jitter of information playback pulse signal PX and Clock CLK, and outputs the signal according to the amount of jitters (about a jitter, it mentions later). The minimization control device 36 carries out an inquiry setup of the optimal register output chosen as digital control adjustment by the tap change means 26 and 27 while carrying out analog-control adjustment of the amounts tau1 and tau2 of continuation adjustable delay of the delay elements 12a and 12b for fine tuning so that this amount of jitters may become min.

[0024] About the optical disk regenerative apparatus constituted as mentioned above, the actuation is explained using drawing 1, drawing 2, and drawing 3 below.

[0025] Drawing 2 is a timing chart illustrating an assignment of the amount adjustment function of delay of 2nd delay element 12b for fine tuning corresponding to a main beam L2, and the 2nd shift register 25 for coarse controls. first, the signal S2 generated by the laser beam L2 -- the 2nd delay element 12 -- bttau2 Delay is given and it is set to signal S2a. Signal S2a is sampled by 2nd A-D converter 14b synchronizing with Clock CLK, and is changed into a digital signal. This digital signal is transmitted to the registers 25a-25d in a shift register 25 one by one synchronizing with Clock CLK. Therefore, the digital delay signal which delayed signal S2a in the unit of the clock period (T) is acquired by the each registers [25a-25d] output. Among these, as for S2b, then signal S2b, the integral multiple (the example of drawing 2 4 T), i.e., nT, of a clock period (T) will be delayed to signal S2a in the signal which chose any or the optimal register with the tap change means 27. Therefore, the amount of delay from the original signal S2 is tau2+nT. n: It becomes an integer.

[0026] Therefore, the amount of delay needed can be obtained with high precision by using together delay element 12b for fine tuning which can carry out adjustable [of the amount of delay] continuously, and the shift register for coarse controls which can set up the amount of delay by integral multiple unit of a clock period. At this time, if the amount of the maximum delay of delay element 12b is the above-mentioned clock period (T), i.e., a channel clock, the amount of delay of 1 bit is sufficient for it. Therefore, it is formula: $G = (1 - j\omega / \omega_2) / (1 + j\omega / \omega_2)$ which did the division of the Laplace transform of an output signal by the Laplace transform of the input signal corresponding to this as a concrete configuration of delay

element 12b.

It comes out and an analog group-delay filter with the transfer function with which it is expressed etc. is considered to be suitable. It is ω_2 and τ_2 here. Relation is $\omega_2 = 2\pi/\tau_2$. What is necessary is just to consider as the $2\pi/\tau_2$ grade.

[0027] What is necessary is just to have the function that 1st delay means 12a and the 1st shift register 15 corresponding to the 1st sub-laser beam L1 are also equivalent to the 2nd delay element 12b and the 2nd shift register 25. however, the number of the configuration register (15a thru/or 15h) in the 1st shift register 15 since the distance from the 2nd sub-laser beam L3 of the 1st sub-laser beam L1 is the double need mostly compared with the Main laser beam L2 -- about 2 times of the register of the 2nd shift register 25 -- being needed.

[0028] The subtraction input of the output signal of the 1st tap switcher 26 through the 3rd output and 1st shift register 15 of A-D converter 14c is carried out at an operational amplifier 30, on the other hand, the addition input of the output signal of the 2nd tap switcher 27 through the 2nd shift register 25 is carried out at an operational amplifier 30, the following cross talk addition and subtraction are performed, and the information regenerative signal SX is acquired. Namely, $SX(t) = S2(t - (\tau_2 + nT)) - kx \{S1(t - (\tau_1 + mT)) + S3(t)\}$

m, n: Integer t: The operation which becomes time is performed. Although mT and nT are the amounts of delay determined with the 1st and 2nd shift register 15 and 25 here, respectively, these values are set up by switching the tap change means 26 and 27 based on the decision of the minimization control means 36. Hereafter, the decision approach of the minimization control means 36 is explained.

[0029] First, it is inputted into the jitter appearance means 35, the channel clock CLK, i.e., the clock, generated by the information playback pulse signals PX and PLL obtained with the comparator 32, and a jitter is detected. A jitter is a decorrelational error between data and a clock, and is a parameter which is fluctuated according to extent, such as a noise, and an intersymbol interference or a cross talk between trucks, and which shows the playback condition of a signal. This is large, and if a data window margin is exceeded, it will become an error, and the cross talk between trucks etc. is controlled by minimizing this jitter conversely. What is necessary is just to calculate the root mean square value of the phase error between data clocks, or the average of an absolute value as the concrete detection approach of a jitter, for example.

[0030] As shown in drawing 3, if possible, this jitter changes the tap change means 26 and 27 to min (digital coarse control), and, as for the minimization control means 36, adjusts the amounts τ_1 and τ_2 of delay of delay elements 12a and 12b further, respectively (analog fine tuning). That is, if the time difference produced with spacing of the truck tangential direction of laser beams L1 and L3 or laser beams L2 and L3 can amend completely, the maximum removal of the cross talk between trucks can be carried out, and, as a result, a jitter will serve as min. Then, in drawing 3, if the amount of delay is set up in 1 period D0 in order to make this jitter into min, this amount of delay will serve as the optimal set point. A tap is investigated so that the register with which a jitter serves as the minimum first with a sequential switch in the output tap of the 1st and 2nd shift registers 15 and 25 may specifically be chosen (coarse control), and they are the amounts τ_1 and τ_2 of continuation adjustable delay of delay elements 12a and 12b further. What is necessary is just to investigate the amount D0 of delay which carries out fine control and serves as jitter min.

[0031] Here, although it is displayed as if the 2nd tap change means 27 chose only the Registers [25c and 25d] output in drawing 1, all the register outputs equivalent to required adjustable width of face shall be switched from the meaning of this invention. Moreover, if between both is 100 bits like point **, naturally about 100 registers are needed, since the number of bits equivalent to spacing with laser beams L2 and L3 is required for the number of the above-mentioned registers, although it is displayed that the 2nd shift register 25 is constituted from drawing 1 by four registers, for example. Also in the 1st shift register 15 and the 1st tap change means 26, it is the same.

[0032] In the gestalt of this operation, it is because high detection sensitivity and dependability are acquired when reproducing the signal modulated with the RLL (Run Length Limited) sign

especially to have used the jitter as an index for investigating the optimum value of the amount of delay. Like 8-16 modulation in EFM (8-14 modulation) or DVD in CD, a RLL sign will be what restricted the shortest mark length and the longest mark length, in order to raise recording density, and in the case of these both, the shortest mark length will be 3 times the channel clock period here. While recording density is raised since information is intensively stored in the edge of each sign when a RLL sign is used, an edge shift occurs easily with a noise or a cross talk, and the error by this tends to generate recording information. If an edge shift occurs, since a regenerative-signal jitter will naturally also increase, in other words, extent of a cross talk can be known with sufficient sensibility by observing a jitter.

[0033] Although there is a method of calculating a correlation signal as other methods of detecting extent of a cross talk in addition to the approach by jitter observation, this approach is in the inclination for detection sensitivity to fall on the contrary, when a RLL sign is used. That is, detection sensitivity falls, corresponding to the shortest mark length in the case where a correlation signal reproduces a sign with the long shortest mark length in order that not only an edge but the part of the peak and bottom which cannot be easily influenced of a cross talk may perform multiply operation by lump.

[0034] On the other hand, this invention person etc. adopts how jitter observation detects extent of a cross talk by using jitter appearance paying attention to the error of the amount doubling lump of delay being detectable with high degree of accuracy. By the way, the delay allowable error (the so-called margin) which a jitter increases from the amount of delay used as jitter min by 0.5% by the clock window ratio is about 1 of clock period/4. That is, in order to perform ideal cross talk cancellation, a double lump of delay of 1/4-bit precision is required. Hereafter, this is explained briefly.

[0035] Drawing 4 illustrates the error of the amount of delay, and the relation of the regenerative-signal jitter by this. The axis of abscissa in drawing expresses the amount error of delay, and when this performs cross talk cancellation by 0, i.e., the condition of being without error, a regenerative-signal jitter becomes about 5%. When the delay error equivalent to 1 bit (one period) occurs, a jitter gets worse about 2.5% and becomes about 7.5%. Usually, since the increment of about 0.1% of jitter is detectable, the above-mentioned doubling lump error is understood that it can detect enough in the 1/4-bit precision of a clock period. However, it means this not only means that the detection sensitivity of the amount of optimal delay becomes high when a jitter is only used, but that must actually double the amount of delay in this precision. It is because a jitter is a parameter related to a playback error rate directly.

[0036] Although about 5% of regenerative-signal jitter is an amount which is completely satisfactory when reproducing information, when the delay error equivalent to 1 bit occurs, a jitter becomes about 7.5% as mentioned above. About 7.5% of this jitter does not usually become a problem, when reproducing information, but when the jitter by the disk, the dirt of a head, etc. or the jitter by the noise is added, an error may occur to playback information. Therefore, if it is going to restrict degradation of a jitter to the level which is satisfactory practically, the delay error of 1 bit is inadequate, and a double lump of about 1/2 bit is required of it at least. Although a jitter gets worse about 1 a little less than% and it becomes about 6% from drawing 4 when the delay error equivalent to 1/2 bit occurs, it is thought that this value is satisfactory practically. Therefore, if a double lump of about 1/4 bit can be performed ideally, the increment in a jitter will become within the limits which can completely be disregarded.

[0037] As mentioned above, the shift register for coarse controls which carries out adjustable [of the amount of delay] by the digital control method in the unit of a clock period according to the gestalt of this operation, By using together the delay element for analog fine tuning to which adjustable [of the amount of delay] is continuously carried out within 1 clock period The amount of delay of about 100 bits generated according to the distance between the laser beams of a truck tangential direction can be amended with a sufficient precision, and it becomes possible by using a regenerative-signal jitter appearance means (35) as an evaluation value further to investigate the amount of optimal amendments to high sensitivity.

[0038] In addition, in the gestalt of this operation, although delay elements 12a and 12b amend 1 clock period, that it does not mean that the maximum good variate is strictly limited to less than

one clock period, for example, fluctuation of the rotation linear velocity of an optical disk should be absorbed, there is still more this about the maximum good variate, for example, it may give four periods etc.

[0039] Moreover, in the gestalt of this operation, the coarse-delay means was constituted so that the AD translation of the regenerative signals S1, S2, and S3 might be carried out, respectively and delay might be generated with a shift register, but as long as it carries out two or more series connections of the sample hold component which can carry out the sequential sampling of the regenerative signal synchronizing with a clock, you may be an analogue device like a switched capacitor filter, for example.

[0040] Moreover, although the weighting multiplier k is immobilization in coefficient multipliers 13 and 33 in the gestalt of this operation, automatic inquiry of the optimum value may be carried out so that a jitter may serve as min, for example.

[0041] Furthermore, in the gestalt of this operation, although a DA translation (31) is carried out and it was made to supply a PLL circuit after carrying out digital processing of the cross talk addition-and-subtraction processing, it is good also as a configuration which extracts a clock using direct digital one PLL, without carrying out a DA translation.

[0042] Next, the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained. Drawing 5 shows the block block diagram of the gestalt of the 2nd operation, and is taken as the configuration ** can also perform energy delay adjustment without using a delay element. In drawing 5 Photo detectors 11a, 11b, and 11c, coefficient multipliers 13a and 13c, A-D converters 14a, 14b, and 14c, the 1st shift register 15 (registers 15a-15h), The 2nd shift register 25 (registers 25a-25d), the tap change means 26 and 27, the addition-and-subtraction means 30, DA converter 31, a comparator 32, the PLL circuit 33, and the jitter appearance means 35 have a function equivalent to what was shown by drawing 1.

[0043] A different place from drawing 1 in the configuration of drawing 5 is to generate delay in approximation with the interpolation means which consists of the 1st and 2nd latch register 41 and 42 and 1st, and 2nd interpolation operation means 43 and 44, without using a delay element for performing delay fine tuning below one-channel clock period T . It explains referring to drawing 5 about this function. The sampling data (V_n) by which were first sampled by 2nd A-D converter 14b, and delay amendment was carried out by the channel clock unit with the 2nd shift register 25 are supplied to the delay means which consists of a latch register 41 and the 1st interpolation operation means 43. Here, the data directly supplied to the interpolation operation means 43 to the timing of nT are set to V_n . Since the latch register 41 holds the sampling data between the one-channel (clocks T), the data supplied to the interpolation operation means 43 are set to data V_{n-1} in before an one-channel clock (i.e., $(n-1)$, the timing of T) from the latch register 41. Here, the amount of delay set up by the minimization control means 46 Supposing it is a T ($0 \leq a < 1$). the above-mentioned interpolation operation means 43 -- $V' = axV_{n-1} + x(1-a)V_n$ -- linear interpolation value V' -- calculating -- this interpolation value V' -- data V_n It outputs instead and is inputted into the addition-and-subtraction means 30.

[0044] As the above-mentioned operation is performed in all data sequences, consequently is shown in drawing 6, the data by which only a T was delayed in approximation are obtained. Processing with the same said of the system which consists of 1st A-D converter 14, a shift register 15, a latch register 42, and a interpolation operation means 44 is performed, and delay processing of bT ($0 \leq b < 1$) is performed in approximation. About optimization of the amounts a and b of delay, if it investigates so that a jitter may become min as the gestalt of the 1st operation explained, it can optimize in a high precision. With the gestalt of the above-mentioned implementation, the energy delay means is constituted from a discrete signal train in which sample hold was carried out by the sample hold elements by means (41, 42, 43, 44) to perform interpolation processing using the multiplier (a , b) of arbitration.

[0045] As mentioned above, according to the gestalt of this operation, energy delay adjustment can be performed in approximation by performing delay processing using interpolation processing of sampling data. Delay elements 12 and 22 become unnecessary by this, and low cost-ization can be realized more.

[0046] In addition, in the gestalt of this operation, although [the interpolation operation means

43 and 44] linear interpolation data processing is performed, approximation precision is raised more for the direction which used high order curvilinear interpolation. That is, in linear interpolation, the technical problem that the error of a part (the maximum and near the minimum point) with the large curvature of a signal becomes large occurs as shown also in drawing 6 . If high order curvilinear interpolation of secondary curvilinear interpolation etc. is used, a curvilinear part can also be approximated well and an error will become small.

[0047]

[Effect of the Invention] This invention can amend the time difference according to the distance of the truck tangential direction of a main beam and a subbeam with a sufficient precision as mentioned above by having established a coarse-delay means to perform a delay means by clock synchronization, and an energy delay means to generate delay of less than one clock continuously. By furthermore performing inquiry of the amount of optimal delay using a jitter, it becomes possible to set up the optimal amount of delay with a sufficient precision.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram of the optical disk signal regeneration equipment in the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 2] The timing chart for the explanation of operation in the gestalt of this operation

[Drawing 3] The property Fig. for the explanation of operation in the gestalt of this operation

[Drawing 4] The graphical representation showing the relation between the amount error of delay in the gestalt of this operation, and a regenerative-signal jitter

[Drawing 5] The block diagram of the optical disk signal regeneration equipment in the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 6] The timing chart for the explanation of operation in the gestalt of this operation

[Drawing 7] The block diagram of the conventional optical disk regenerative apparatus

[Description of Notations]

11a, 11b, 11c Photo detector

12a, 12b Variable delay element

13a, 13c Coefficient multiplier

14a, 14b, 14c A-D converter

15 25 Shift register

30 Addition-and-Subtraction Means

31 DA Converter

35 Jitter Detector

36 46 Minimization control unit

41 42 Latch register

43 44 Interpolation operation means

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-173061
(P2000-173061A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 1 1 B 7/005		G 1 1 B 7/005	B
5/09	3 2 1	5/09	3 2 1 A
7/125		7/125	B
7/14		7/14	
20/10	3 2 1	20/10	3 2 1 Z
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-272135

(22) 出願日 平成11年9月27日 (1999.9.27)

(31) 優先権主張番号 特願平10-273379

(32) 優先日 平成10年9月28日 (1998.9.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 石橋 広通

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 笠澄 研一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100062144

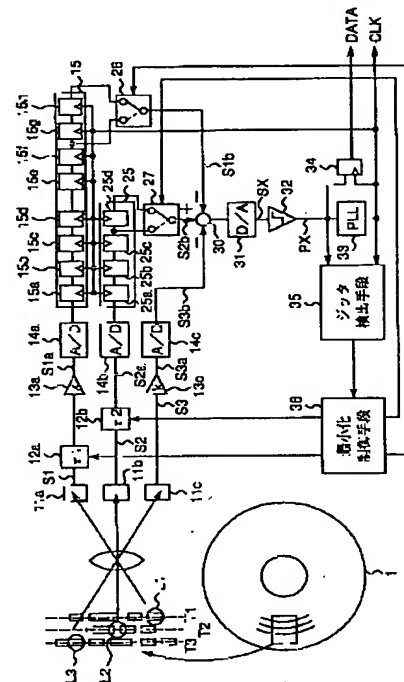
弁理士 青山 蓁 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光ディスク信号再生装置

(57) 【要約】

【課題】 複数ビームを用いたクロストークキャンセルを実現するにあたって、メインビームとサブビーム間の遅延調整に遅延量が大きくしかも高精度の遅延手段が必要とされる。

【解決手段】 必要な遅延調整をシフトレジスタ等で構成された粗遅延手段と群遅延フィルタで構成された精遅延手段を併用して実現する。遅延調整は再生信号ジッタを用いて行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光ディスク媒体に形成された互いに隣接する複数のトラックに複数ビームを照射することにより記録信号を読み取り、各トラックに対応する複数の再生信号を生成し、該複数の再生信号により上記読み取り信号に含まれるクロストークをキャンセルして情報再生信号を生成する光ディスク信号再生装置において、所定の再生信号を粗調整遅延させる粗遅延手段と、上記所定の再生信号を前記粗遅延手段の最小遅延分解能より微細な精度で微調整遅延させる精遅延手段とを備えたことを特徴とする光ディスク信号再生装置。

【請求項2】前記情報再生信号のジッタを検出し、該ジッタが最小になるように前記精遅延手段および粗遅延手段の遅延量を制御する手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項3】前記粗遅延手段は、同期クロックに応じて動作する、直列接続されたサンプルホールド素子群により構成されたことを特徴とする請求項1記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項4】前記粗遅延手段の遅延量を、上記サンプルホールド素子群の任意のサンプルホールド素子の出力を選択することにより段階的に設定する手段を有することを特徴とする請求項3記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項5】前記粗遅延手段は、上記サンプルホールド素子群により構成されたシフトレジスタにより構成されたことを特徴とする請求項3記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項6】前記精遅延手段は任意の群遅延を発生させるフィルターにより構成されたことを特徴とする請求項1記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項7】前記精遅延手段は、前記サンプルホールド素子群によりサンプルホールドされた離散的な信号列により0以上1未満の任意の係数 a 、 b 、ただし $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ を用いた補間処理を実行する手段により構成されたことを特徴とする請求項3記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項8】前記精遅延手段は連続的に遅延量が可変で、前記粗遅延手段は前記クロック周期の整数倍刻みで遅延量が設定でき、上記精遅延手段の最大遅延量は上記クロック周期相当の遅延量以内であることを特徴とする請求項3記載の光ディスク信号再生装置。

【請求項9】光ディスク媒体に形成された互いに隣接する複数のトラックに複数ビームを照射することにより記録信号を読み取り、各トラックに対応する複数の再生信号を生成し、該複数の再生信号より読み取り信号に含まれるクロストークをキャンセルして情報再生信号を生成する光ディスク信号再生装置において、所定の再生信号を遅延させる遅延手段と、前記情報再生信号のジッタを検出する手段と、該ジッタが最小になるように前記遅延手段の遅延量を制

御する手段とを備えたことを特徴とする光ディスク信号再生装置。

【請求項10】上記遅延手段は、上記所定の再生信号を粗調整遅延させる粗遅延手段と、上記所定の再生信号を前記粗遅延手段の最小遅延分解能以下の精度で微調整遅延させる精遅延手段とを備えたことを特徴とする請求項9記載の光ディスク信号再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高密度記録された光ディスク媒体に複数のレーザービームを照射し、それぞれの受光信号から隣接トラッククロストークを除去しながら情報を再生する光ディスク信号再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光ディスク媒体の高密度化に伴い、光ディスク信号再生装置もより高度な技術が要求されている。

【0003】以下図面を参照しながら、上記した従来の光ディスク信号再生装置の一例について説明する。図7は従来の光ディスク信号再生装置のブロック図を示すものである。図7において、光ディスク媒体100に形成されたトラックT1、T2、T3にそれぞれレーザービームL1、L2、L3が照射され、その反射光が受光素子111、121、131にそれぞれ投射され、それぞれ電気信号S1、S2、S3として出力される。実際に情報再生信号を得ようとしているトラックがT2であるとして、レーザービームL1、L3（サブビーム）は、レーザービームL2（メインビーム）がトラックT2を走査する際に隣接トラックT1、T3から漏れ込むクロストーク成分をキャンセルするためのものである。すなわち、情報再生信号SXを得る際、係数器113、133および加減算アンプ130により

$$SX = S2 - k \times (S1 + S3)$$

が演算され、電気的にクロストーク成分がキャンセルされる。

【0004】しかし、以下の理由より、光ディスク媒体に照射される3本のレーザービームはトラック接線方向にある程度距離を置かなければならないことから、上記のような単純加減算だけではクロストークをキャンセルすることができない。つまり、理想的にはレーザービームL1、L2、L3はトラック垂線（ラジアル）方向に隣接して照射されるべきものであるが、このようにするとトラックピッチが狭いだけにそれぞれのレーザービームが互いにオーバーラップするようになる。必然的に受光素子に投射されるビームも互いにオーバーラップすることになり、それぞれのビームを独立に受光素子111、112、113で受けることができなくなる。故にそれぞれのビームを接線方向にある程度距離を置いて配置することが必要となる。しかし、このとき受光素子1

11、121、131の出力信号には上記接線方向の離間距離に応じた時間差が発生する。そこで、第1および第2の可変遅延素子112、122によって、ここで生じる時間差を補正している。

【0005】ただ、レーザービームL1、L2、L3の相互の距離を厳密に管理することは難しく、たとえてきたとして、光ディスク媒体の回転線速度によって上記時間差は変動するので上記可変遅延素子112、122をして発生させる遅延量を常に最適の状態に設定しておかなければならない。乗算器141は受光素子131の出力信号と第2の可変遅延素子122の出力信号との相関を、乗算器142は第2の可変遅延素子122の出力信号と第1の可変遅延素子112の出力信号との相関を、それぞれ検出するものであり、これらがそれぞれ最大になるように、最大化制御手段136は上記遅延素子112、122のそれぞれの遅延調整を行っている（例えば、特開平7-176052号公報）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成では、遅延量と遅延精度の両方を満たす遅延素子112、122を実現するのが難しく、また、乗算器141、142では相関信号の検出感度が低いため、遅延量を最適値に合わせ込めないといった課題がある。

【0007】これらの課題について以下に説明する。まず、光ディスク媒体上におけるレーザービームL1、L2間のトラック接線方向の距離あるいはレーザービームL2、L3間のトラック接線方向の距離は受光素子111、121、131の形状および配置を考慮して10 μ m程度は必要である。一方、光ディスク媒体に記録されている情報の記録線密度は、例えば8-16変換コードを用いてPWM記録されたDVD（デジタルビデオディスク）を例にとると1チャンネルビットあたり0.1 μ m程度である。したがって、10 μ m間隔といっても、実に100ビット分の差に相当することになる。

【0008】遅延させる具体的手段としては、まず複数のアナログ遅延素子を梯子状に直列接続する構成が考えられるが、アナログ遅延素子そのものは群遅延特性を有しており、我々の試算では、群遅延が問題にならない遅延量は高々10ビット程度であり、100ビットの遅延を実現するのは殆ど不可能である。

【0009】遅延量を得る方法として、例えばスイッチトキャパシタフィルタやデジタルフィルタのようなサンプルホールド型のフィルタが考えられ、これらを用いれば遅延量にかかわらず群遅延を維持することが可能である。しかし、サンプルホールド型のフィルタではサンプリングクロックによって遅延精度が決定されるため、精度を高めようとするればサンプリングクロック周波数を上げねばならず、それに応じてサンプルホールド素子数や動作速度を上げねばならない。サンプリングクロックにチャンネルクロックを用いた場合、1クロックは1ビット

遅延に相当するから100ビット遅延させようとするればサンプルホールド素子が100個必要となり、しかも個々のサンプルホールド素子はDVD標準速再生の場合27MHzで動作しなければならない。

【0010】しかし、チャンネルクロックを用いた場合、遅延量は1ビット刻みでしか可変できず、遅延精度の点で問題が生じる。我々の実験によれば理想的にクロストークキャンセルを行おうとすれば、少なくとも1/4ビット精度の遅延の合わせ込みが必要である。これをサンプルホールドによって実現しようとするれば、サンプリング周波数はチャンネルクロックの4倍（108MHz）にもなり、しかも必要なサンプルホールド素子も4倍（400素子）必要となる。

【0011】本発明は、上記の問題点を鑑みて、必要な遅延調整を、シフトレジスタ等で構成されたデジタル制御方式の粗遅延手段と群遅延フィルタ等で構成されたアナログ制御方式の精遅延手段とを併用して実現し、さらにジッタ検出手段を用いて最適遅延量の探索を実行することにより、精度良く最適な遅延量を設定できる光ディスク信号再生装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の光ディスク再生装置は、光ディスク媒体に形成された互いに隣接する複数のトラックに複数ビームを照射することにより記録信号を読み取り、各トラックに対応する複数の再生信号を生成し、該複数の再生信号により上記読み取り信号に含まれるクロストークをキャンセルして情報再生信号を生成する光ディスク信号再生装置において、所定の再生信号を粗調整遅延させる粗遅延手段と、上記所定の再生信号を前記粗遅延手段の最小遅延分解能以下の精度で微調整遅延させる精遅延手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】上記光ディスク再生装置は、前記情報再生信号のジッタを検出し、該ジッタが最小になるように前記精遅延手段および粗遅延手段の遅延量を制御する手段を備えたことを特徴とする。

【0014】前記粗遅延手段は、同期クロックに応じて動作する、直列接続されたサンプルホールド素子群により構成されたことを特徴とする。上記光ディスク再生装置は、前記粗遅延手段の遅延量を、上記サンプルホールド素子群の任意のサンプルホールド素子の出力を選択することにより段階的に設定する手段を有することを特徴とする。

【0015】前記粗遅延手段は、上記サンプルホールド素子群により構成されたシフトレジスタにより構成されたことを特徴とし、前記精遅延手段は任意の群遅延を発生させるフィルタにより構成されたことを特徴とする。

【0016】前記精遅延手段は連続的に遅延量が可変で、前記粗遅延手段は前記クロック周期の整数倍刻みで

遅延量が設定でき、上記精遅延手段の最大遅延量は上記クロック周期相当の遅延量以内であることを特徴とする。

【0017】また、本発明の光ディスク再生装置は、光ディスク媒体に形成された互いに隣接する複数のトラックに複数ビームを照射することにより記録信号を読み取り、各トラックに対応する複数の再生信号を生成し、該複数の再生信号より読み取り信号に含まれるクロストークをキャンセルして情報再生信号を生成する光ディスク信号再生装置において、所定の再生信号を遅延させる遅延手段と、前記情報再生信号のジッタを検出する手段と、該ジッタが最小になるように前記遅延手段の遅延量を制御する手段とを備えたことを特徴とする。

【0018】上記構成により、遅延手段をクロック同期で実行する粗遅延手段と1クロック以内の遅延を連続的に発生させる精遅延手段を設けたことにより、メインビームとサブビームのトラック接線方向の距離に応じた時間差を精度良く補正することができる。さらにジッタを用いて最適遅延量の探索を実行することによって、精度良く最適な遅延量を設定することが可能になる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下本発明の第1の実施の形態の光ディスク再生装置について、図面を参照しながら説明する。第1の実施形態では、粗遅延手段と精遅延手段とを併用することにより、遅延量と遅延精度を両立させ、さらにジッタが最小となるように最適遅延量を探索することにより、高精度で最適遅延量を設定できる構成とする。ここでは、精遅延手段は、所定の再生信号を粗遅延手段の最小遅延分解能より微細な精度で微調整遅延させるように構成されているものとする。

【0020】図1は本発明の第1の実施の形態における光ディスク再生装置のブロック図を示すものである。図1において、11a、11b、11cはそれぞれ第1、第2、第3の受光素子であり、光ディスク媒体1に形成された互いに隣接する3本のトラックT1、T2、T3に照射されたレーザービームL1、L2、L3の反射光を電気信号に変換し、それぞれ再生信号S1、S2、S3として出力するものである。ここで、レーザービームL2はいわゆるメインビームであり、情報再生しようとするトラック上に照射されるものであり、レーザービームL1、L3はサブビームであり、メインビームのクロストーク除去に用いられるものとする。レーザービームL1、L2、L3の具体的生成方法は特に図示されていないが、例えば、3個のレーザービーム発光源より生成するものであってもよいし、1本のレーザービームを回折格子を用いて3方向に回折させて得るものであってもよい。

【0021】12a、12bは第1および第2の微調整用遅延素子であり、それぞれ1チャンネルクロック周期（1ビット相当）以下の遅延を任意にしかも連続的に発

生させ、本実施例の微調整用アナログ制御方式の精遅延手段を構成する。13a、13cはゲイン調整機能を有する第1および第2の係数器であり、最適なクロストークキャンセル効果を得るための重み付け係数kを乗ずるものである。

【0022】14a、14b、14cはそれぞれ第1、第2、第3のAD変換器であり、再生信号S1a、S2a、S3aをデジタル信号に変換する。15は第1のシフトレジスタであり、クロックCLKに同期して動作するレジスタ15a～15hで構成される。同様に、25は第2のシフトレジスタであり、レジスタ25a～25dで構成される。ここでAD変換器14aあるいは14bの出力は当然並列（たとえば8ビット）出力であるので、各レジスタはそれぞれ並列構成でなければならないが、簡潔のためにシングルビットの構成で図示している。26、27は第1および第2のタップ切替手段であり、それぞれ第1および第2のシフトレジスタ15、25の任意のレジスタ出力を選択してビット単位で遅延量を調整する。以上AD変換器14a、14b、14c、シフトレジスタ15、25、とタップ切替手段26、27により本実施の形態における粗調整用デジタル制御方式の粗遅延手段を構成する。このように粗遅延手段は、同期クロック（CLK）に応じて動作する直列接続されたサンプルホールド素子群により構成される。

【0023】30は演算増幅器等により構成されクロストーク加減算を実行する加減算手段であり、31はDA変換器であり、上記加減算手段30の出力信号をDA変換して情報再生信号SXを生成する。32はコンパレータであり、情報再生信号SXを二値化して情報再生パルス信号PXを生成する。33はPLL（phase lock loop）回路であり、再生パルス信号PXの入力によりクロックCLKを生成抽出し、ラッチ回路34によって再生情報信号（DATA）としてクロックCLKとともに後段（例えばデジタルビデオデコーダー）に送られる。35はジッタ検出器であり、情報再生パルス信号PXとクロックCLKとのジッタを計測し、そのジッタ量に応じた信号を出力する（ジッタについては後述する）。最小化制御装置36はこのジッタ量が最小になるように微調整用遅延素子12a、12bの連続可変遅延量 τ_1 、 τ_2 をアナログ制御調整するとともに、タップ切替手段26、27によってデジタル制御調整用を選択される最適レジスタ出力を探索設定する。

【0024】以上のように構成された光ディスク再生装置について、以下図1、図2及び図3を用いてその動作を説明する。

【0025】図2は、メインビームL2に対応する微調整用の第2の遅延素子12bと粗調整用の第2のシフトレジスタ25との遅延量調整機能の分担を図示したタイミングチャートである。まず、レーザービームL2によって生成される信号S2は第2遅延素子12bによって

τ_2 の遅延が与えられ、信号 S2a となる。信号 S2a はクロック CLK と同期して第 2 の AD 変換器 14b でサンプリングされ、デジタル信号に変換される。このデジタル信号はクロック CLK と同期して、順次シフトレジスタ 25 内のレジスタ 25a ~ 25d に伝送される。したがって、各レジスタ 25a ~ 25d の出力には信号 S2a をクロック周期 (T) 刻みで遅延させたデジタル遅延信号が得られる。このうち何れか最適のレジスタをタップ切替手段 27 で選択した信号を S2b とすれば、信号 S2b は信号 S2a に対してクロック周期 (T) の整数倍すなわち、nT (図 2 の例では 4T) だけ遅延していることになる。よって当初の信号 S2 からの遅延量は

$$\tau_2 + nT \quad n: \text{整数}$$

となる。

【0026】したがって、連続的に遅延量が可変できる微調整用の遅延素子 12b とクロック周期の整数倍刻みで遅延量が設定できる粗調整用のシフトレジスタとを併用することによって、必要とされる遅延量を高精度に得ることができる。このとき遅延素子 12b の最大遅延量は上記クロック周期 (T)、即ち、チャネルクロックであれば 1 ビット相当の遅延量で足りる。したがって、遅延素子 12b の具体的構成としては、出力信号のラプラス変換をこれに対応する入力信号のラプラス変換で除算した式：

$$G = (1 - j\omega/\omega_2) / (1 + j\omega/\omega_2)$$

で表される伝達関数を有したアナログ群遅延フィルターなどが適当と考えられる。ここで ω_2 と τ_2 との関係は、例えば

$$\omega_2 = 2\pi/\tau_2$$

等としておけばよい。

【0027】第 1 のサブレーザービーム L1 に対応する第 1 の遅延手段 12a と第 1 のシフトレジスタ 15 も、第 2 の遅延素子 12b および第 2 のシフトレジスタ 25 と同等の機能を有するものであればよい。ただ、第 1 サブレーザービーム L1 はメインレーザービーム L2 に比べて、第 2 サブレーザービーム L3 からの距離がほぼ倍必要であるから、第 1 のシフトレジスタ 15 における構成レジスタ (15a ないし 15h) の個数は第 2 シフトレジスタ 25 のレジスタの 2 倍程度必要となる。

【0028】第 3 の AD 変換器 14c の出力および第 1 のシフトレジスタ 15 を介した第 1 のタップ切替器 26 の出力信号は演算増幅器 30 に減算入力され、一方、第 2 のシフトレジスタ 25 を介した第 2 のタップ切替器 27 の出力信号は演算増幅器 30 に加算入力され、下記のクロストーク加減算が実行され情報再生信号 SX が得られる。即ち

$$SX(t) = S2(t - (\tau_2 + nT)) - k \times \{S1(t - (\tau_1 + mT)) + S3(t)\}$$

m, n: 整数 t: 時間

なる演算が実行される。ここで mT、nT はそれぞれ第 1、第 2 のシフトレジスタ 15、25 で決定される遅延量であるが、これらの値は最小化制御手段 36 の決定に基づいてタップ切替手段 26、27 を切り換えることにより設定される。以下、最小化制御手段 36 の決定方法について説明する。

【0029】まず、コンパレータ 32 で得られた情報再生パルス信号 PX と PLL によって生成されたチャネルクロックすなわちクロック CLK がジッタ検出手段 35 に入力され、ジッタが検出される。ジッタとはデータとクロックとの間の非相関的な誤差であり、ノイズや符号間干渉あるいはトラック間クロストークなどの程度に応じて増減する、信号の再生状態を示すパラメータである。これが大きく、データウィンドウマージンを越えればエラーとなり、逆にこのジッタを最小化することによりトラック間クロストーク等が抑制される。ジッタの具体的な検出方法としては、例えば、データ・クロック間の位相誤差の自乗平均値あるいは絶対値の平均値を求めればよい。

【0030】最小化制御手段 36 は、図 3 に示すように、このジッタが最小になるべくタップ切替手段 26、27 を切替え (デジタル粗調整)、さらに遅延素子 12a、12b の遅延量 τ_1 、 τ_2 をそれぞれ調整する (アナログ微調整)。すなわち、レーザービーム L1 と L3 あるいはレーザービーム L2 と L3 のトラック接線方向の間隔によって生じる時間差が完全に補正できれば、トラック間クロストークを最大限除去することができ、その結果ジッタは最小となる。そこで、図 3 において、このジッタを最小とするべく遅延量を 1 周期内において D0 に設定すれば、この遅延量が最適設定値となる。具体的には、例えば、第 1 および第 2 のシフトレジスタ 15、25 の出力タップを順次切り換えながらまずジッタが極小となるレジスタを選択するようにタップの探索を行い (粗調整)、さらに遅延素子 12a、12b の連続可変遅延量 τ_1 、 τ_2 を微調してジッタ最小となる遅延量 D0 を探索すればよい。

【0031】ここで、図 1 において第 2 のタップ切替手段 27 はレジスタ 25c および 25d の出力のみを選択するかのように表示されているが、本発明の趣旨より、必要な可変幅に相当する全てのレジスタ出力を切り換えるものとする。また図 1 では第 2 のシフトレジスタ 25 はレジスタ 4 個で構成されるように表示されているが、上記レジスタの数はレーザービーム L2 と L3 との間隔に相当するビット数が必要であるから、例えば先述のように両者間が 100 ビットであれば、当然 100 個程度のレジスタが必要となる。第 1 のシフトレジスタ 15 と第 1 のタップ切替手段 26 においても同様である。

【0032】本実施の形態において、遅延量の最適値を探索するための指標としてジッタを用いたのは、特に RLL (Run Length Limited) 符号で変調された信号を

再生する場合において、高い検出感度と信頼性が得られるからである。ここでRLL符号とは、例えばCDにおけるEFM(8-14変調)あるいはDVDにおける8-16変調のように、記録密度を高めるために最短マーク長および最長マーク長を制限したもので、この両者の場合、最短マーク長はチャネルクロック周期の3倍となる。RLL符号を用いた場合、情報は集中的に各符号のエッジに蓄えられるため、記録密度が高められる一方、記録情報はノイズやクロストークによってエッジシフトが容易に発生して、これによるエラーが発生し易い。エッジシフトが発生すれば当然再生信号ジッタも増加するから、言い換えれば、ジッタを観測することによって、クロストークの程度を感度良く知ることができる。

【0033】ジッタ観測による方法以外にクロストークの程度を検出する他の方法としては、相関信号を演算する方法があるが、この方法はRLL符号を用いた場合、かえって検出感度が落ちる傾向にある。つまり、相関信号はエッジだけでなくクロストークの影響を受けにくいピーク、ボトムの部分も込みで乗算演算を行うために、最短マーク長が長い符号を再生する場合ほど、最短マーク長に応じて検出感度が低下する。

【0034】これに対して、本発明者等は、ジッタ検出を用いることによって高精度で遅延量合わせ込みの誤差を検出できることに着目し、ジッタ観測によりクロストークの程度を検出する方法を採用したものである。ところで、ジッタ最小となる遅延量からジッタがクロックウィンドウ比で0.5%増加する遅延許容誤差(いわゆるマージン)はクロック周期の約1/4である。即ち、理想的なクロストークキャンセルを行うためには1/4ビット精度の遅延の合わせ込みが必要である。以下、これについて簡単に説明する。

【0035】図4は遅延量の誤差とこれによる再生信号ジッタの関係を図示したものである。図中横軸は遅延量誤差を表し、これが0すなわち、誤差が全く無い状態でクロストークキャンセルを実行した場合、再生信号ジッタは5%程度になる。1ビット(1周期)に相当する遅延誤差が発生した場合、ジッタは約2.5%悪化し7.5%程度になる。通常、0.1%程度のジッタの増加分は検出可能であるので、上記合わせ込み誤差はクロック周期の1/4ビット精度で充分検出可能であることがわかる。しかし、このことは単にジッタを用いた場合に最適遅延量の検出感度が高くなることを意味しているだけでなく、実際にこの精度で遅延量を合わせ込まなければならないことを意味している。なぜなら、ジッタは再生エラーレートに直接関係するパラメータだからである。

【0036】5%程度の再生信号ジッタは情報を再生する上で全く問題のない量であるが、1ビットに相当する遅延誤差が発生した場合、上述のようにジッタは7.5%程度になる。この7.5%程度のジッタは、通常、情

報を再生する上では問題にならないが、ディスクやヘッドの汚れなどによるジッタあるいはノイズによるジッタが加算された場合、再生情報にエラーが発生することがある。よってジッタの劣化を実用上問題のないレベルに制限しようとするれば、1ビット相当の遅延誤差では不充分であり、少なくとも1/2ビット程度の合わせ込みが必要である。1/2ビットに相当する遅延誤差が発生した場合、図4よりジッタは約1%弱悪化し6%程度になるが、この値は実用上は問題ないと考えられる。従って、理想的には1/4ビット程度の合わせ込みができれば、ジッタの増加は全く無視できる範囲内となる。

【0037】以上のように、本実施の形態によればクロック周期刻みで遅延量をデジタル制御方式で可変する粗調整用シフトレジスタと、1クロック周期内で遅延量が連続的に可変されるアナログ微調整用遅延素子とを併用することによって、トラック接線方向のレーザービーム間の距離に応じて発生する100ビット程度の遅延量を精度良く補正することができ、さらに評価値として再生信号ジッタ検出手段(35)を用いることによって高感度に最適補正量を探索することが可能となる。

【0038】なお、本実施の形態において、遅延素子12a、12bは1クロック周期を補正するとしたが、これは最大可変量が厳密に1クロック周期以内に限定されることを意味しているのではなく、たとえば、光ディスクの回転線速度の変動を吸収すべく、最大可変量をさらに多く、例えば4周期分等を持たせておいてもかまわない。

【0039】また、本実施の形態において、粗遅延手段は再生信号S1、S2、S3をそれぞれAD変換してシフトレジスタで遅延を発生させるように構成したが、再生信号をクロックに同期して順次サンプリングできるサンプルホールド素子を複数直列接続したものであれば、例えばスイッチトキャパシタフィルタのようなアナログ素子であってもかまわない。

【0040】また、本実施の形態において係数器13、33において、重み付け係数kは固定であるとしたが、例えばジッタが最小となるように、最適値を自動探索するものであってもよい。

【0041】さらに、本実施の形態において、クロストーク加減算処理をデジタル処理した後、DA変換(31)してPLL回路に供給するようにしたが、DA変換せず直接デジタルPLLを用いてクロックを抽出する構成としてもよい。

【0042】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。図5は第2の実施の形態のブロック構成図を示し、遅延素子を使わずとも精遅延調整ができる構成としている。図5において、受光素子11a、11b、11c、係数器13a、13c、AD変換器14a、14b、14c、第1のシフトレジスタ15(レジスタ15a~15h)、第2のシフトレジスタ25(レジスタ2

5a～25d)、タップ切替手段26、27、加減算手段30、DA変換器31、コンパレータ32、PLL回路33、ジッタ検出手段35は図1で示されたものと同等の機能を有するものである。

【0043】図5の構成において図1と異なるところは、1チャンネルクロック周期T以下の遅延微調整を実行するのに遅延素子を用いずに、第1、第2のラッチレジスタ41、42および第1、第2の補間演算手段43、44で構成される補間手段によって近似的に遅延を発生させていることにある。この機能について図5を参照しながら説明する。まず第2のAD変換器14bでサンプリングされ第2のシフトレジスタ25でチャンネルクロック刻みで遅延補正されたサンプリングデータ(V_n)はラッチレジスタ41および第1の補間演算手段43で構成される遅延手段へ供給される。ここで、 nT のタイミングで補間演算手段43へ直接供給されるデータを V_n とする。ラッチレジスタ41は1チャンネルクロック(T)間サンプリングデータを保持しているから、ラッチレジスタ41から補間演算手段43へ供給されるデータは1チャンネルクロック前すなわち $(n-1)T$ のタイミングにおけるデータ V_{n-1} となる。ここで、最小化制御手段46によって設定される遅延量が aT ($0 \leq a < 1$)であるとすると、上記補間演算手段43は $V' = a \times V_{n-1} + (1-a) \times V_n$ なる線形補間値 V' を演算し、この補間値 V' をデータ V_n 代わりに出力し、加減算手段30に入力される。

【0044】上記演算はすべてのデータ系列において実行され、その結果、図6に示されるように、近似的に aT だけ遅延したデータが得られる。第1のAD変換器14、シフトレジスタ15、ラッチレジスタ42、補間演算手段44で構成される系についても同様の処理が施され、近似的に bT ($0 \leq b < 1$)の遅延処理が実行される。遅延量 a 、 b の最適化については、第1の実施の形態で説明したのと同様、ジッタが最小になるように探索すれば、高い精度で最適化することができる。上記実施の形態では、精遅延手段は、サンプルホールド素子群によりサンプルホールドされた離散的な信号列より、任意の係数(a 、 b)を用いた補間処理を実行する手段(41、42、43、44)により構成されている。

【0045】以上、本実施の形態によれば、サンプリングデータの補間処理を用いて遅延処理を実行することにより、精遅延調整を近似的に実行することができる。これにより、遅延素子12、22が不要となり、より、ロ

ーコスト化を実現することができる。

【0046】なお、本実施の形態において、補間演算手段43、44は線形補間演算処理を実行するとしたが、高次曲線補間を用いた方がより近似精度が高められる。つまり、線形補間では、図6にも示されているように、信号の曲率が大きい部分(極大・極小点付近)の誤差が大きくなるといった課題が発生する。2次曲線補間等の高次曲線補間を用いれば曲線部分も良く近似でき、誤差は小さくなる。

【0047】

【発明の効果】以上のように本発明は、遅延手段をクロック同期で実行する粗遅延手段と1クロック以内の遅延を連続的に発生させる精遅延手段を設けたことにより、メインビームとサブビームのトラック接線方向の距離に応じた時間差を精度良く補正することができる。さらにジッタを用いて最適遅延量の探索を実行することによって、精度良く最適な遅延量を設定することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における光ディスク信号再生装置のブロック図

【図2】同実施の形態における動作説明のためのタイミングチャート

【図3】同実施の形態における動作説明のための特性図

【図4】同実施の形態における遅延量誤差と再生信号ジッタの関係を示すグラフ図

【図5】本発明の第2の実施の形態における光ディスク信号再生装置のブロック図

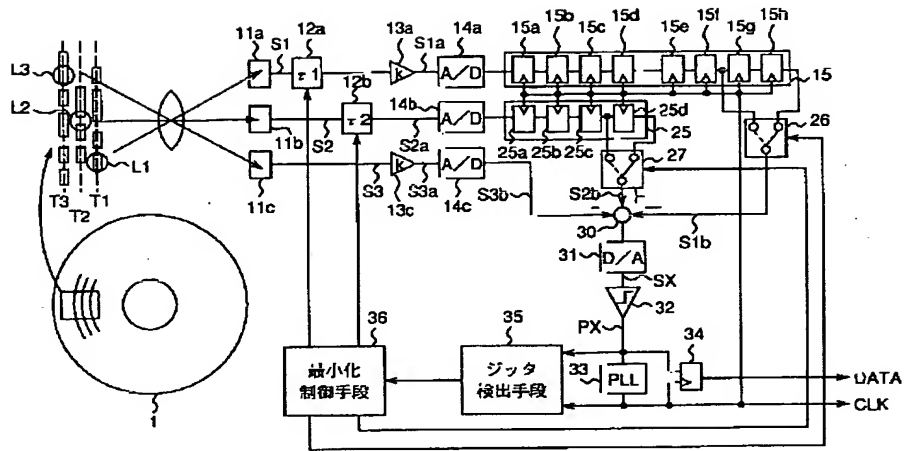
【図6】同実施の形態における動作説明のためのタイミングチャート

【図7】従来の光ディスク再生装置のブロック図

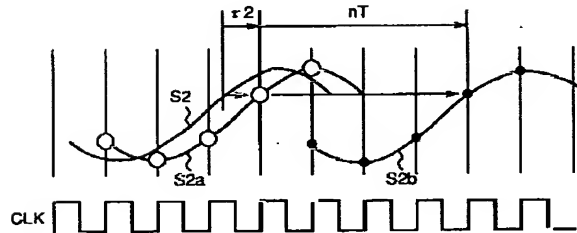
【符号の説明】

- 11a, 11b, 11c 受光素子
- 12a, 12b 可変遅延素子
- 13a, 13c 係数器
- 14a, 14b, 14c AD変換器
- 15, 25 シフトレジスタ
- 30 加減算手段
- 31 DA変換器
- 35 ジッタ検出器
- 36, 46 最小化制御装置
- 41, 42 ラッチレジスタ
- 43, 44 補間演算手段

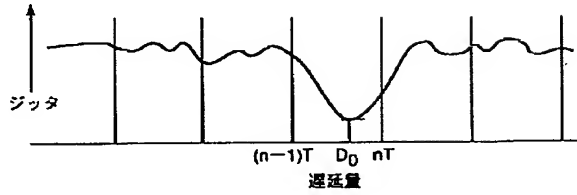
【図1】



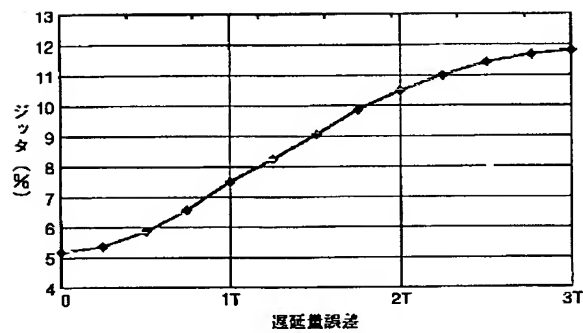
【図2】



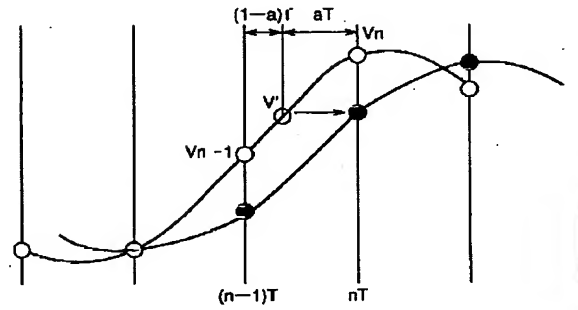
【図3】



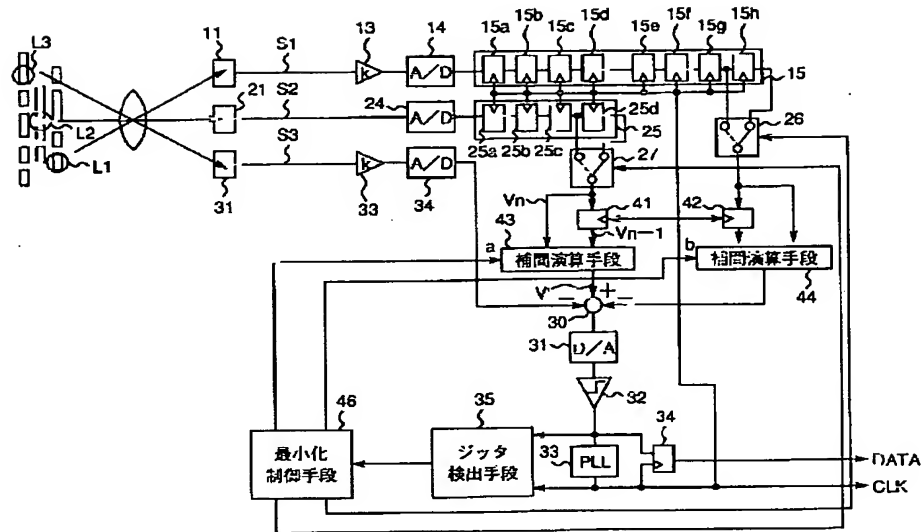
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

